

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ПРЕССОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Коэффициент трения в прессовых соединениях во многом определяется физико-механическими процессами, происходящими на участках контактирования сопрягаемых поверхностей. Меняя характер взаимодействия контактируемых поверхностей путём целенаправленной технологической подготовки, можно добиться эффективного повышения прочности соединений.

Именно для этой цели применяется медное гальваническое покрытие, которое способствует повышению коэффициентов трения. Повышение прочности таких соединений [1, 2] объясняется возникновением металлических связей в зоне контакта и увеличением фактической площади контакта. Выявлено, что мягкие гальванические покрытия даже в области малых давлений (до 25 МПа) подвергаются пластическим деформациям и заполняют впадины микропрофиля охватываемой детали, не вызывая его пластической деформации. К недостаткам технологичности изготовления гальванического покрытия можно отнести высокую трудоёмкость гальванической операции, дороговизну операции, необходимость транспортировки деталей на эту операцию в другой цех, повышенный процент брака при последующей шлифовке покрытия.

В последние десятилетия по повышению надёжности соединения с натягом был предложен ряд изобретений.

В.М.Ходаковский и В.И.Седых (авт. свид. 1199558) предложили на сопрягаемой поверхности одной из деталей выполнять рельеф в виде выступов, твердостью, большей твердости материала сопрягаемой детали, и впадин посредством высокоскоростного точечно-импульсного расплавления металла поверхности детали. Выступы выполняют в виде конусов, выступающих над базовой посадочной поверхностью, а впадины – в виде усеченного тора, охватывающего. При этом площади поверхностей выступов и впадин равны.

Авторы Э.В. Рыжов, Н.Е. Курносов, Н.М. Москвитин, А.В. Сверчков, В.В. Тихонов предложили на сопрягаемую поверхность, по меньшей мере одну из соединяемых деталей, слоями наносить комбинированное покрытие (авт. свид. 1317792А). В этих слоях после нанесения каждого слоя создают чередующиеся напряжения сжатия и растяжения, при этом в каждом слое создают напряжения одного знака.

Н.Е. Курносов, И.И. Воячек, А.А. Кирпичников и В.П. Левин предлагают наносить покрытие из легкоплавких металлов на одну из сопрягаемых поверхностей (авт. свид. 1031712). Покрытие выполняют поверхностью-активным веществом толщиной в 5-20 раз меньше средней высоты неровностей от механической обработки на сопрягаемой поверхности другой детали.

Авторы И.Л. Виконтъев, Л.К. Волков, Н.Н. Евдокимов и Т.В. Чернова (авт. свид. 1368154) с целью повышения надёжности соединения при обеспечении его многократной разборки в процессе гальванического осаждения на одну

из сопрягаемых поверхностей в электролит вводят абразивные микропорошки, например SiC или Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с дисперсностью, меньшей, чем высота осаждаемого покрытия. Для повышения качества гальванического покрытия абразивные микропорошки вводят в электролит в соотношении 1-5 г/л.

Авторы А.А. Святуха, М.К. Кравцов, В.А. Любов, В.А. Белостоцкий (авт. свид. 1232453) предлагают наносить на сопрягаемую поверхность охватываемой детали слой жидкого стекла, в который предварительно вносят полиметилсилоксановую жидкость. После сочленения деталей осуществляют нагрев охватываемой детали со скоростью 270-300 °С/мин, что способствует быстрому нарастанию временного температурного натяга между сопрягаемыми поверхностями собранного соединения, в результате чего нанесенное на вал покрытие, будучи достаточно вязким, заполняет имеющиеся шероховатости сопряженных поверхностей.

И.И. Воячек, Н.Е. Курносов, М.М. Свирский и А.А. Кирпичников (авт. свид. 958024) предложили гальваническим методом на сопрягаемую поверхность вала наносить слой легкоплавкого материала толщиной 15 мкм (например, кадмия), а затем снаружи этого слоя наносить более тонкий слой 2 мкм из тугоплавкого материала (например никеля).

М.А. Ильичев (авт. свид. 195259) для получения неразъемного соединения предложил между выточками деталей помещать вкладыш. Затем сжимать детали в осевом направлении. Под действием силы сжатия вкладыш, пластично деформируясь, заполняет углубления в выточках, выполненных на обеих деталях.

Авторы Э.Я. Филатов, В.Э. Павловский и А.Л. Замша предложили расчленять сопряженную поверхность охватывающей детали пазами на участки, упругодеформирующиеся вместе с валом.

Авторами Н.Е. Курносовым, И.И. Воячком, И.М. Москвитиным и С.А. Мурзиным было предложено на сопрягаемой поверхности одной из деталей формировать слой электроизоляционного материала, после чего на эту же поверхность наносить электропроводный порошок в один слой. Затем осуществляют сборку вала с втулкой тепловым методом, после чего частицы порошка нагревают путем пропускания через них электрического тока. Данный способ соединения деталей с натягом имеет следующие преимущества: прочность соединений увеличивается в 1,1-1,2 раза, гарантирует сохранение несущей способности соединений в случае нарушения равномерного нанесения слоя порошка, частичного удаления порошка при внедрении вала во втулку, разброса размеров его частиц, отклонения формы сопрягаемых поверхностей.

А.Г. Овчинников, В.Д. Кальнер и А.А. Симбирцев предложили сопрягаемую поверхность детали типа вала выполнять вогнутой, при этом перед запрессовкой на концевые участки одной из деталей соединения длиной наносить антифрикционное покрытие, а на оставшуюся центральную часть наносить фрикционное покрытие. Стойкость соединения по данному способу повышается на 30-50 % (авт. свид. 1194637).

Авторы Э.В. Рыжов, Н.Е. Курносов, И.И. Воячек и Н.М. Москвитин предлагают после запрессовки одну из деталей сдвигать в направлении, проти-

воположном направлении ее перемещения при запрессовке. Предлагаемый способ повышает несущую способность соединения на 40-60 %.

Автор В.И. Бабинец (авт. свид. 1224474) предлагает соединение вала со ступицей, содержащей установленные в кольцевую канавку на торце ступицы контактирующую с валом вставку в виде тел качения, равномерно размещенных по периметру вала, и два нажимных кольца с конической внутренней поверхностью, контактирующей со вставкой.

Н.Е. Курнос, И.И. Воячек и А.В. Сверчков (авт. свид. 1342656) предлагают повысить качество соединения с помощью запрессовки в ранее коаксиально установленные и жестко зафиксированные в таком положении охватывающую и охватываемую детали промежуточных элементов пластинчатой формы.

Авторы А.И. Агеев, Г.А. Журавлев, В.В. Гвоздев (авт. свид. 1357178) предлагают способ получения неразъемного соединения деталей, включающий установку охватываемой детали с зазором в отверстие охватывающей детали, размещение в зазоре между деталями промежуточного элемента по ломаной линии, например, в виде проволоки с твердостью, отличной от твердости материалов соединяемых деталей и деформацию соединяемых деталей в радиальном направлении.

Анализ показал, что разработанные методы повышения надежности прессовых соединений отличаются сложностью изготовления, необходимостью специального оборудования или конструктивно не приемлемы для данной детали.

Простой и эффективный способ повышения несущей способности соединений предложен во Франции (французский патент кл. F066, №1290) – это нанесение на одну из сопрягаемых поверхностей абразивных порошков. Но эффективность абразивных покрытий подробно исследована лишь для конических соединений [3] и штоков штамповочных молотов [4].

Поэтому получение достоверных зависимостей влияния фрикционной обмазки на усталостную прочность прессовых цилиндрических соединений с фрикционной обмазкой является актуальной.

#### Библиографический список

1. Виноградов О.Г. Статистическая прочность прессовых соединений с гальваническими покрытиями. //Вестник машиностроения. 1966. №3.
2. Лукашевич Г.И. Прочность прессовых соединений с гальваническими покрытиями. Киев: Гостехиздат, 1961. 61 с.
3. Генкин М.Д., Русаков А.М. Электродинамические вибраторы. //М: Машиностроение, 1975. 93 с.
4. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов/ Под редакцией Юдина Е.Я., Белова С.В. М: Машиностроение, 1983. 432 с.